W. WOLSKI.

O ROZSZERZACZACH.

Według odczytu mianego na międzynar. kongresie wiertniczym we Wiedniu
d. 19. września 1898.

LWÓW.
CZCIONKAMI DRUKARNI „SŁOWA POLSKIEGO“
pod zarządem Z. Hałacińskiego.
1898.

W. WOLSKI.

O ROZSZERZACZACH.

Według odczytu mianego na międzynar. kongresie wiertniczym we Wiedniu
d. 19. września 1898.

LWÓW.
CZCIONKAMI DRUKARNI „SŁOWA POLSKIEGO“
pod zarządem Z. Hałacińskiego.
1898.

Usilna, gorączkowa nieraz praca nad odkryciem i wyzyskaniem nowych pokładów naftowych pozostawia nam mało czasu do zastanowienia się nad ciągłą zmianą warunków eksploatacyi i szybkim postępem techniki wiertniczej, jaki się z każdym rokiem u nas dokonuje. Nie wspominam już czasów Słobody Rungurskiej, kiedy to trzystometrowe szyby były uważane za tryumf sztuki wiertniczej; ale wszak nie dawniej jak cztery lata temu powtarzaliśmy sobie z podziwem i niedowierzaniem nowinę o wywierconym na kopalni Równiańskiej, szybie na 620 m. głębokim. Dziś w Potoku, w Schodnicy, w Borysławiu, w Krygu, w Kobylance, każdy niemal tydzień przynosi nowe wiercenia powyżej 600 m.; mamy już cały szereg szybów powyżej 700 m. i 750 m. i nikogo już nie zdziwi wiadomość, że granica 800 m. przekroczoną została.

W miarę rosnącej głębokości szybów coraz ważniejsza rola przypada w udziale *rozszerzaczowi*. *Stał się on dziś codziennem narzędziem nafciarza* i dlatego uważałem za rzecz na czasie poświęcić mu słów parę. Nie idzie mi tu bynajmniej o wyczerpujące zestawienie i opis tych wszystkich typów, które się dotychczas w wiertnictwie pojawiły. Zadanie byłoby zbyt trudnem, boć wiadomo, że każdy młody nafciarz zaczyna swą pra-

ktykę od wynalezienia nowego nachbora. Idzie mi jedynie o krótki wykład tych zasad teoretycznych, na których opiera się działanie każdego rozszerzacza a które służyć powinne za podstawę każdej przyszłej konstrukcyi.

W nrze 9-tym „Nafty" z r. 1895 podjął się już p. Stanisław Nowak podobnego zadania i przyszedł do wniosku, że rozszerzacze, których ekspanzya polega jedynie na sile sprężyny, nie mogą działać skutecznie w cokolwiek trudniejszych warunkach, że zatem żaden z rozpowszechnionych podówczas typów (Fauck'a, Lipińskiego, Amerykański) nie odpowiada wymaganiom praktyki t. j. „aby był przy uderzeniu niezamykalny (czyli niezależny od sprężyny) a jednak nie wcinał się i nie ścierał o ścianę".

Zgadzając się w zupełności z główną treścią wywodów p. Nowaka pragnąłbym jedynie sprostować cokolwiek ustępy traktujące o rozkładzie sił i uzupełnić je podniesieniem nader ważnej roli, jaką odgrywa tarcie; wspomnę też o kilku nowych typach, jakie w ostatnich czasach pojawiły się w praktyce.

Gdyby pokłady były poziome lub jednostajnie twarde a gzyms równo zacięty, obcinanie czy to świdrem czy pierwszym lepszym rozszerzaczem szłoby z nieomylną dokładnością. Niestety równe, jednostajne pokłady należą w Karpatach do wyjątków, a regułę stanowią silne nachylenia i nagłe przejścia od warstw bardzo miękkich do bardzo twardych. Ostrze spotyka się nie z równym gzymsem, ale z twardą, skośną płaszczyzną mniej lub więcej nachyloną do pionu albo uderza w otwór poprostu lejkowaty, co wywołuje nader niekorzystny rozkład siły i zmienia z gruntu warunki, w jakich obcinające narzędzie pracuje.

Wyobraźmy sobie (Fig. 1) świder uderzający w otwór lejkowaty wyrobiony np. w twardym, krzemienistym piaskowcu. Nazwijmy kąt, pod którym ściany lejka nachylają się ku pionowi, α i wyobraźmy je sobie na razie jako absolutnie gładkie. Opór, na jaki napotyka świder uderzający w podobny lejek, będzie się przedstawiał jako dwie siły N prostopadle do ścian otworu, działające z dwóch przeciwnych stron na obie baki świdra. Rozkładając każdą z tych sił na dwie składne, otrzymamy:

a) dwie siły pionowe

$$P = N \sin \alpha \text{ *)}$$

które działają ku górze i wstrzymują siłę udaru,

b) dwie siły poziome

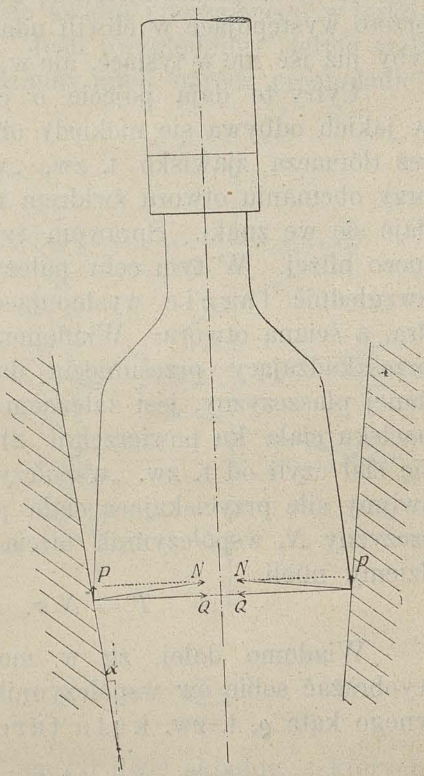


Fig. 1.

$$H = N \cos \alpha = P \operatorname{cotg} \alpha$$

działające naprzeciw siebie i znoszące się nawzajem; staraniem ich będzie zgnieść łopatę świdra względnie zamknąć szczęki rozszerzacza.

---

*) P. Nowak mylnie oblicza N = P sin α.

Jak olbrzymie występują tu siły, uprzytomnimy sobie najlepiej na przykładzie. Weźmy nachylenie ścian do pionu $\alpha = 1^0$ i wyobraźmy je sobie jako bezwzględnie gładkie, a każde 1000 kg. uderzającej siły wywoła ściskającą siłę $H = 57.200$ kg. Ponieważ zaś udar przedstawia siłę kilkudziesięciu ton *), przeto występujące w chwili udaru ciśnienia musiałyby już iść nie w tysiące, ale w miliony kilogramów.

Cyfry te dają pojęcie o ciężkich warunkach, w jakich odbywa się niekiedy obcinanie otworu; one też tłómaczą zjawisko t. zw. „wcinania się", które przy obcinaniu otworu świdrem tak dotkliwie nieraz daje się we znaki. Sprawom tym przypatrzymy się nieco bliżej. W tym celu należy przedewszystkiem uwzględnić t a r c i e występujące między stalą świdra, a ścianą otworu. Wiadomo, że tarcie t. j. opór przeszkadzający przesunięciu danego ciała wzdłuż danej płaszczyzny, jest zależnem 1) od prostopadłego nacisku ciała ku powierzchni 2) od rodzaju trących się ciał czyli od t. zw. „współczynnika tarcia". Nazwijmy siłę przyciskającą ciało prostopadle do płaszczyzny N, współczynnik tarcia r, tarcie T, a będziemy mieli:

$$T = N\,r.$$

Wiadomo dalej, że w mechanice zwykliśmy wyobrażać sobie ów współczynnik jako styczną pewnego kąta ϱ, t. zw. k ą t a t a r c i a

$$r = \operatorname{tg} \varrho.$$

Jest to ten kąt, pod którym nachyloną być musi do poziomu skośna płaszczyzna, aby położone na niej ciało sunąć się zaczęło własnym ciężarem.

*) Artykuł mój „O sprężystości obciążnika" w „Nafcie" z roku 1896 Nr. 5. str. 68.

O tenże kąt ϱ musi co najmniej odchylać się od prostopadłej skośna siła, aby poruszyć pewne ciało wzdłuż pewnej płaszczyzny; jeśli nachylenie będzie mniejsze, siła, choćby największa nie zdoła spowodować ruchu.

Wróćmy teraz do świdra uderzającego w lejkowaty otwór (Fig. 2). Jeśli uwzględnimy tarcie stali o ścianę otworu, będziemy mieli oprócz prostopadłego oporu N jeszcze opór tarcia

$$T = N \text{ tg } \varrho$$

działający wzdłuż ściany ku górze. Całkowity zatem opór, jaki przeciwstawia ściana szczęce uderzającego w spód świdra, wyrazi się jako siła O.

$$O = N \sec \varrho$$

działająca ukośnie ku górze pod nachyleniem $\varrho + \alpha$ do poziomu. Rozkładając tę siłę na pionową P i poziomą H otrzymamy znowu dwie składne, z których jedna wstrzymuje udar, druga stara się zgnieść łopatę.

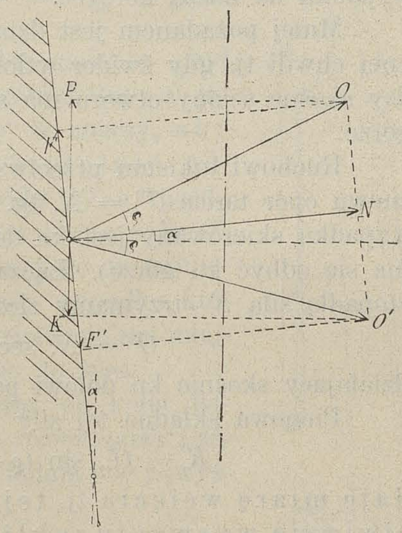


Fig. 2.

Między obiema istnieje naturalnie związek:

$$P = O. \sin (\varrho + \alpha) \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (1$$

$$H = P. \operatorname{cotg} (\varrho + \alpha) \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (2$$

Zastosujmy znowu formułki te do powyższego przykładu, w którym ściany lejkowatego otworu nachylają się do pionu pod kątem $\alpha = 1^0$

Gdy zważymy, że tarcie stali o piaskowiec odpowiada mniej więcej wartości $\varrho = 15^0 - 20^0$, przyjdziemy do wyniku, że każda tona siły uderzającej wywoła ciśnienie poziome około 2600 kg. Cyfra ta porównana z poprzednio obliczoną siłą 57.200 kg. dowodzi, jak wielką rolę odgrywa tu tarcie — w tym wypadku na naszą korzyść.

Mniej pożądanem jest działanie tarcia w następnej chwili tj. gdy świder wtłoczony siłą udaru między skośne ściany otworu ma się znowu wznieść ku górze.

Ruchowi takiemu przeciwstawia ściana otworu znowu opór tarcia $T' = N.\ \mathrm{tg.}\ \varrho$ który jednak w tym wypadku skierowany jest ku dołowi, (ponieważ ruch ma się odbyć ku górze). Łącząc ten opór T' z prostopadłą siłą N otrzymamy złożony opór O'

$$O' = N.\ \sec\ \varrho$$

działający skośnie ku dołowi pod kątem $\varrho - \alpha$.

Pionowa składna tej siły

$$K = O'.\ \sin\ (\varrho - \alpha)\ .\ .\ .\ .\ .\ (3$$

d a j e m i a r ę w c i ę c i a tj. t e j s i ł y, k t ó r a s p r z e c i w i a s i ę w y r w a n i u z a k l i n o w a n e g o o s t r z a.

Przez zestawienie równań 1) i 3) i eliminacyę wartości $O = O'$ otrzymamy związek, jaki zachodzi między siłą udaru a siłą wcięcia:

$$K = P \frac{\mathrm{tg.}\ \varrho - \mathrm{tg}\ \alpha}{\mathrm{tg.}\ \varrho + \mathrm{tg}\ \alpha}\ .\ .\ .\ .\ .\ (4$$

Z budowy równania tego widzimy:

1. że wcięcie może mieć miejsce jedynie wtedy, gdy ściany lejka nachylone są do pionu słabiej, niż o kąt tarcia ϱ.

2. że klinowanie jest tem silniejsze, im mniej zbieżne są ściany lejka.

3. że przy bardzo małej zbieżności ścian siła wcięcia zbliża się wartością swą do siły udaru; dokładne zrównanie ma miejsce, gdy α dochodzi do zera.

Są to zresztą wyniki, które każdy wiertacz zna z własnych swych smutnych doświadczeń. Ważniejszem jest zastosowanie powyższych teoretycznych wywodów do sprawy rozszerzaczy.

Idzie o to, aby nachbor „był przy uderzeniu niezamykalny a jednak nie wcinał się“ to znaczy, aby szczęki były absolutnie odporne wobec siły O a poddawały się z łatwością sile O'. Powinno to mieć miejsce w najniekorzystniejszym nawet wypadku, który, jak powyżej widzieliśmy, ma miejsce, gdy α zbliża się do zera.

Przejdźmyż teraz po kolei istniejące konstrukcye rozszerzarzy i zobaczmy, o ile odpowiadają one powyższym wymaganiom.


Fig. 3.

Przedewszystkiem wystarcza rzut oka na cyfry wyrażające siłę ściskającą H aby osądzić, że żaden rozszerzacz, który ciśnieniu temu przeciwstawia jedynie siłę choćby najsilniejszej sprężyny, nie odpowiada ani w przybliżeniu swemu zadaniu. Fig. 3 przedstawia jedną z takich typowych konstrukcyi.

Najważniejszą dotychczas rolę odgrywały w praktyce te typy rozszerzaczy, u których szczęka osa-

dzona zwrotnie na stałym bolcu obraca się około stałego punktu. Przedewszystkiem jasną jest rzeczą, że szczęki tego typu (Fig. 4 i 5) nie będą się nigdy wcinały, albowiem najmniejsze siła *O'* działając na długiem stosunkowo ramieniu powoduje natychmiast obrót szczęki około osi i zwężenie narzędzia. Natomiast w chwili udaru niezamykalnym a więc bezwzględnie odpornym na siłę *O* będzie rozszerzacz taki

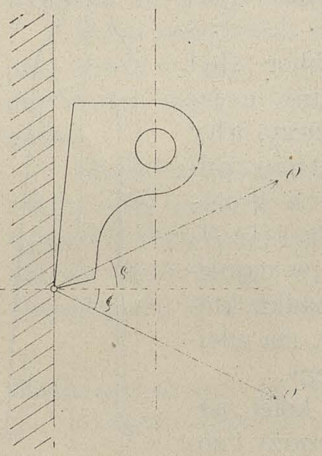


Fig. 4.

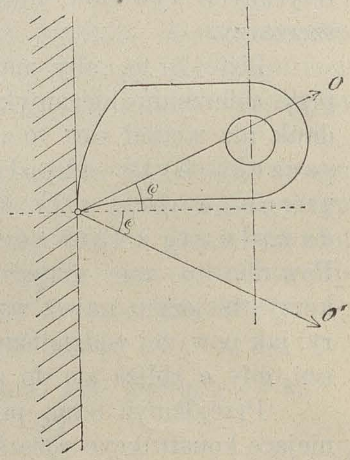


Fig. 5.

tylko wtedy, gdy linia siły *O* przechodzi przez oś szczęki albo ponad nią (Fig. 5). W przeciwnym razie (Fig. 4) w chwili udaru nastąpi zamknięcie (a przynajmniej przymknięcie) szczęki (jakkolwiek silną by nie była sprężyna) a ostrze zamiast rąbać będzie zaledwie drapać ścianę otworu. Różnica w skutku będzie mniej więcej ta sama, co między kuciem skały za pomocą dłuta a szlifowaniem tegoż dłuta na kamieniu.

Przechodząc po kolei znane rozszerzacze tego typu, dojdziemy do wniosku, że żaden z nich nie jest ani w przybliżeniu odpornym na stulenie oprócz jednego Fauckowskiego rozszerzacza, którego znamienną cechą jest nader krótka szczęka (Fig. 5.). Posiada on dodatkową korzyść pojedyńczej konstrukcyi, przechodzi łatwo przez rury i z powrotem i otwiera się natychmiast pod rurami. To też ten jeden rozszerzacz zdołał sobie zapewnić w praktyce najszersze zastosowanie. Są jednak i wady uwydatniające się dotkliwie przy obcinaniu pokładów cokolwiek twardszych; pochodzą one wszystkie właśnie z tej charakterystycznej krótkości szczęk, która z drugiej strony stanowi, jak widzieliśmy, konieczny warunek skutecznego działania.

1. Krótkie baki zeszlifowują się bardzo prędko w ostrym piaskowcu i zaczynają robić — tak niebezpieczny w swych następstwach — lejek.

2. Dają się one zaledwie parę razy ostrzyć, przyczem coraz bardziej tracą kształt i przechodzą w szpiczaste pazury, coraz mniej skuteczne a szybciej zużywające się w robocie.

3. W naszych pokładach ściana otworu nigdy prawie nie jest gładką, ale posiada miejsca naprzemian miękkie, twarde, wysypane, nie mówiąc już o występach. Otóż w takim otworze krótkie, szpiczaste ostrze stanowi zbyt niepewne prowadzenie wzniosu i spadu i czyni rezultat pracy często wątpliwym.

4. Rozszerzacz ten pracując w lejkowatym otworze przeciwstawia ściskającej sile ściany — sile, jak widzieliśmy, niekiedy olbrzymiej — wyłącznie wytrzymałość bolców. Toteż ucięcie a przynajmniej nadcięcie bolca stanowi codzienne niemal zjawisko; nawet na gzymsie wyłamuje się często szczęka przy

cokolwiek ostrzejszem tempie i twardszym pokładzie. Również wybijanie się szybkie dziur w korpusie, sztachowanie górnego klina etc. są to okoliczności zniewalające wiertacza do znacznie powolniejszego i odpowiednio mniej skutecznego tempa, niż je stosuje się przy wierceniu.

Aby umożliwić zastosowanie dłuższych bak próbowano kilkakrotnie urządzeń zamykających silnie szczękę w chwili zupełnego otwarcia się pod rurami za pomocą rozmaitych zaskoków połączonych z drugą pomocniczą parą szczęk a uwalniających szczęki w chwili wciągnięcia w rury. Konstrukcye te nie zdołały sobie nigdy zapewnić szerszego zastosowania jako zbyt zawiłe i niepewne w działaniu, tak, że zazwyczaj kończyło się na ciągnięciu rur, aby narzędzie z otworu wydobyć.

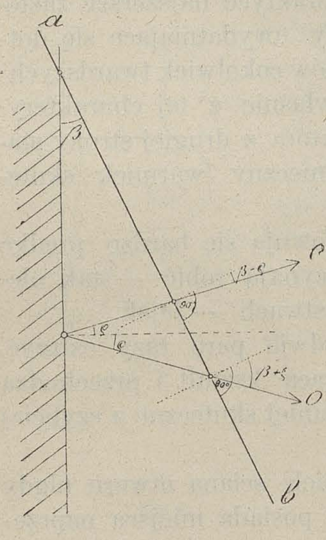


Fig. 6.

Drugi zasadniczy typ konstrukcyi stanowią te rozszerzacze, przy których szczęka nie obraca się około stałego punktu, ale przesuwa się skośnie równolegle do samej siebie. Występująca w chwili udaru siła *O* przyciska szczękę do skośnej płaszczyzny stanowiącej prowadzenie baki. (Fig. 6., linia *ab*). Nazwijmy nachylenie tej płaszczyzny do pionu *β*. Gdyby prowadzenie szczęki odbywało się zupełnie bez tarcia, natenczas pochylenie linii prowadzącej *ab.* musiałoby

być mniejsze a co najwyżej równe nachyleniu siły O do poziomu

$$\beta = \varrho$$

gdyż inaczej szczęka pod wpływem siły O zesunęłaby się ku dołowi. Ponieważ jednak między prowadzeniem a szczęką występuje także tarcie i to dość znaczne, przeto linia prowadząca *ab* może być silniej nachylona do pionu a mianowicie o kąt ϱ' odpowiadający tarciu między szczęką a jej prowadzeniem. Pod takim bowiem kątem musi nachylać się do prostopadłej każda siła, jeśli ma posuwać szczękę wzdłuż linii *ab*. A zatem

$$\beta < \varrho + \varrho' \quad . \quad . \quad 5).$$

Kąt ϱ' ze względu na błoto i piasek, który zachodzi między trące się powierzchnie, musi być szacowany na 15^0; zatem prowadzenie szczęki w tych rozszerzaczach może być nachylone do pionu co najwyżej o 35^0.

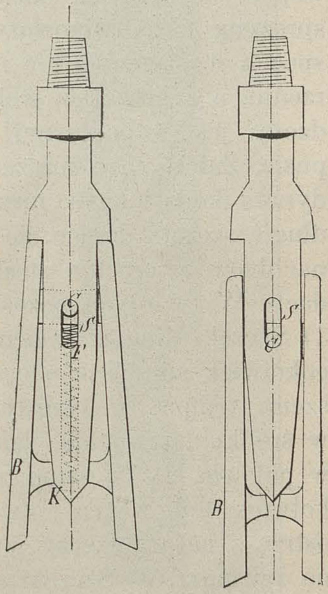


Fig. 7.

Aby z drugiej strony uniemożliwić wcinanie się ostrza, powinna szczęka z łatwością przesuwać się pod wpływem siły O', to znaczy, że kierunek tej siły musi nachylać się ku prostopadłej co najmniej o kąt ϱ'. Koniecznym warunkiem tedy jest:

$$\beta > \varrho' - \varrho \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 6)$$

Ze względu na przypadkowe różnice między oboma współczynnikami tarcia najodpowiedniejszem nachyleniem prowadzącej linii *ab* wydaje mi się kąt 30°, przy którym wcięcie nigdy nie ma już miejsce.

Do powyższej kategoryi nachborów należy przedewszystkiem wprowadzony u nas przez p. Mac Garveya t. zw. australski rozszerzacz. Polega on na tem, że dwie długie szczęki *B* (Fig. 7) osadzone na wspólnym bolcu *C*, naciągane są za pomocą silnej sprężyny *F* na klinowaty koniec korpusu *K* i w ten sposób rozszerzone, nie mogą się zamknąć przy uderzeniu, a z łatwością wchodzą w rury. Bolec prowadzony jest w podłużnej szparze *S* wyciętej w korpusie. Zalety tego rozszerzacza są widoczne: Pojedyncza konstrukcya, niezamykalność w chwili udaru, długie szczęki dające się z łatwością ostrzyć. Istotnie nachbory te pracują doskonale w miękkich pokładach. W twardych pozostawiają wiele do życzenia. 1) Szczęki długie, a cienkie nie są dość odporne na cokolwiek silniejsze uderzenie, tak, że przy ostrzejszem tempie i twardym pokładzie wyginają się w środku i przestają działać albo nawet łamią się w połowie. 2) To samo ma niechybnie miejsce w cokolwiek lejkowatym otworze, gdzie siła ściskająca ostrze z natury rzeczy wygina górną część szczęki na zewnątrz. 3) Szczęki są zbyt słabo zabezpieczone przeciw całkowitemu wyrwaniu na zewnątrz. Dzieje się to często w skośnych i zmiennych pokładach, zwłaszcza, jeśli są miejsca wysypane.

W ostatnich czasach firma nasza po długich próbach wprowadziła w użycie pod nazwą „Heureka" nowy typ rozszerzaczy (Fig. 8, 9 i 10) polegający na tem, że szczęki przesuwają się skośnie a równo-

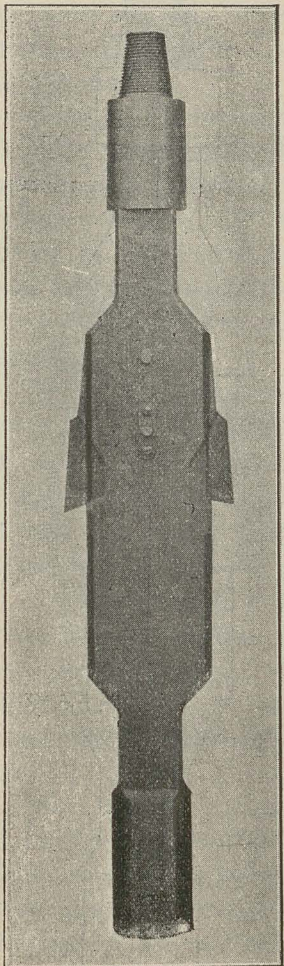


Fig. 8.

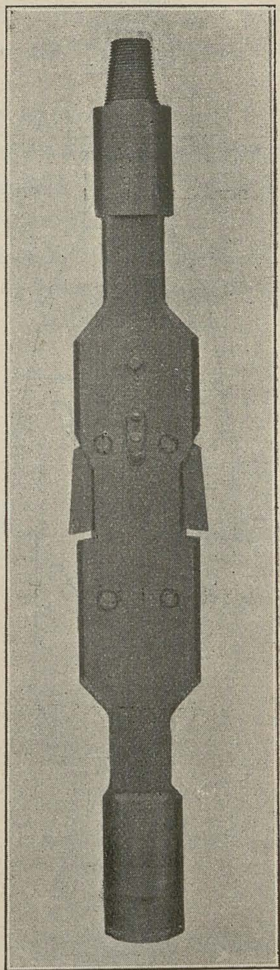


Fig. 9.

legle za pomocą dwóch skośnych szpar *L* (Fig. 10), przez które przechodzą stalowe bolce *B*. Sprężyna *F* dźwiga obie szczęki w górę. Siła udaru opiera się o górny klin *K*, który w razie potrzeby (t. j. w lejkowatym otworze) przyjmuje też przeważną część

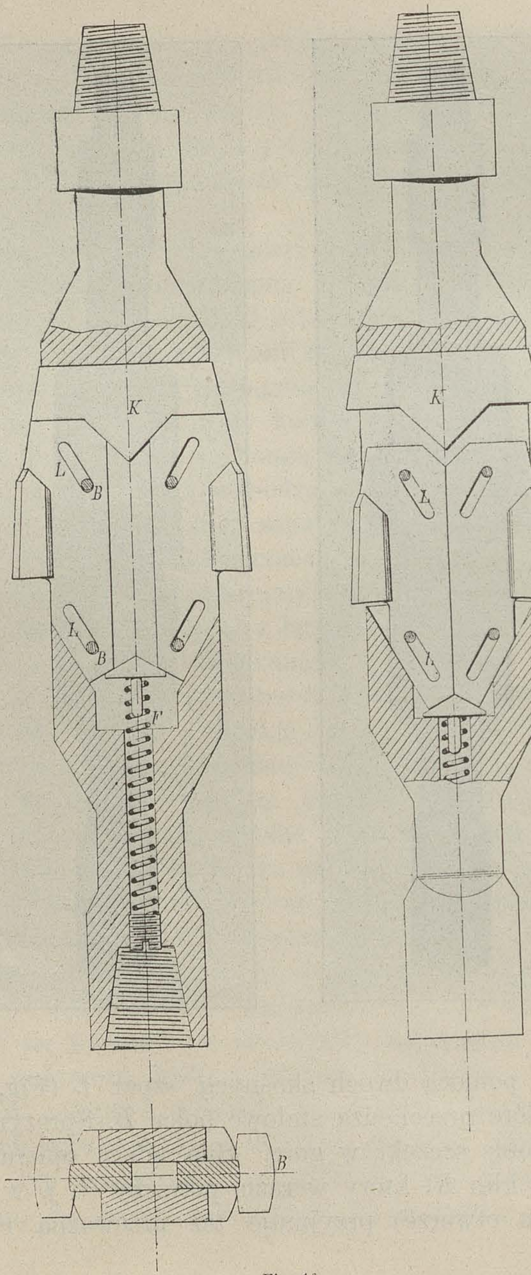


Fig. 10.

ściskającej siły *H*. Bolce nie cierpią zatem przez uderzenie nic prawie i służą niemal wyłącznie do prowadzenia.

Zaletę tych rozszerzaczy upatruję:

1) W silnej konstrukcyi dozwalającej bez szkody nawet w najtwardszych pokładach tempa równie ostrego jak przy wierceniu.

2) W absolutnej niezamykalności w chwili udaru z jednej strony, a bezpieczeństwie przed wcinaniem się z drugiej strony.

3) W długości ostrza, które nie drapie, lecz rąbie i daje się z łatwością ostrzyć kilkadziesiąt razy aż do zupełnego zużycia stali. (Fig. 11).

4) W łatwości, z jaką konstrukcya ta daje się zastosować do płóczki; wystarcza bowiem w tym celu przewiercić górną część korpusu.

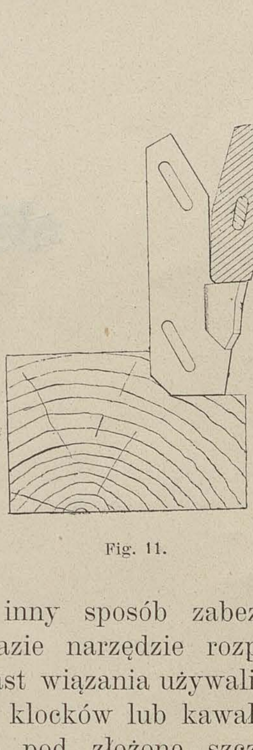


Fig. 11.

Za ujemną poniekąd stronę tej konstrukcyi uważać można, że szczęki muszą przy zapuszczeniu być wiązane drutem lub w inny sposób zabezpieczane, gdyż w przeciwnym razie narzędzie rozpiera się i zawisa w rurach. Zamiast wiązania używaliśmy z powodzeniem drewnianych klocków lub kawałków blachy, które podkłada się pod złożone szczęki, a które wypadają bezpośrednio pod rurami. Jeszcze łatwiejszą manipulacyę przedstawia prosty zaskok w formie sztyfta; przed zapuszczeniem narzędzia

wsuwa się go między złożone szczęki, a przy pierwszem uderzeniu o dno, sztyft odskakuje i uwalnia baki.

Z drugiej strony właściwość tego rozszerzacza, rozpierania się w każdem miejscu rury lub węższego otworu stanowi bardzo skuteczne zabezpieczenie całego przyrządu przed „poleceniem“ w spód, w razie, gdyby podczas obcinania lub ciągnienia w górę żerdź się urwała.